

Evaluación de biofertilizantes en *Pennisetum purpureum*

Ricardo de Varona Pérez¹, Mirna Vento Pérez², Ignacio Córrales Carriga³, Pavel Chaveli Chávez⁴ & Pedro López Labarta⁵

Fecha de recibido: 14 febrero 2018

Fecha de aceptado: 29 agosto 2018

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar biofertilizantes en *Pennisetum purpureum*, se realizó la investigación en la finca “El Renacer” perteneciente a la CCS 26 de Julio, del municipio Camagüey, en un diseño en bloques al azar con cinco replicas y cinco tratamientos (Humus líquido + fosforina; Humus líquido + azotobacter; Humus líquido + fosforina; Humus líquido + fosforina + azotobacter + elementos esenciales y un tratamiento testigo), tanto el azotobacter como la fosforina en cualquier combinación se aplicaron a una dosis de 2 kg/ha, el humus líquido 1,5 l/ha y los elementos esenciales 2 l/ha, en los periodos lluvioso y poco lluvioso. Se tomaron muestras de suelo y se realizaron análisis químico, así como de agua para el riego, según normas vigentes, así como se evaluaron el número de tallos por plantón, altura de la planta, grosor del tallo y rendimiento. Los mejores rendimientos tanto en el periodo seco (20 t/ha) como el lluvioso (23,6 t/ha) se obtienen al utilizar humus líquido + fosforina + azotobacter + elementos esenciales.

PALABRAS CLAVES: / Fertilización, pastos, biofertilizantes, fosforina, azotobacter, humus.

Evaluation of biofertilizers in *Pennisetum purpureum*

ABSTRACT

The study was carried out in the farm “El Renacer” belonging to the CCS 26th of July, in Camagüey municipality, with the objective of evaluating biofertilizers in *Pennisetum purpureum*. A study was conducted based on a diagnosis systemic in the farm. The farm has a variety of grass, four of forages. For the study of biofertilizers, four treatments were carried out and five replicates of different doses of biofertilizers, by means of a random block, in rainy and not rainy periods. Soil samples were taken and chemical, as well as water analysis for irrigation, according to current norms. The parameters evaluated were stem numbers per plant, plant height, stem thickness and crop yield.

¹Ingeniero agrónomo, Especialista; Integral en génesis, clasificación, evaluación, uso y conservación de suelos: rvarona@suelos.cmg.minag.cu

²Ingeniera agrónoma, M.Sc. Fertilidad de Suelo, Investigador Auxiliar, Unidad Científico Tecnológica de Base, Suelos Camagüey: mvento@suelos.cmg.minag.cu

³Ingeniero agrónomo, M.Sc. Fertilidad de Suelo, Investigador Auxiliar, Unidad Científico Tecnológica de Base, Suelos Camagüey: icorrales@suelos.cmg.minag.cu

⁴Licenciado en microbiología, Investigador Agregado, Unidad Científico Tecnológica de Base, Suelos Camagüey: pchaveli@suelos.cmg.minag.cu

⁵Ingeniero agrónomo, Especialista; Génesis, clasificación y mejoramiento de los suelos: plopez@suelos.cmg.minag.cu

KEYWORDS: / Fertilization, pastures, biofertilizers, phosphorine, azotobacter, humus.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad más del 60% de la población mundial vive en ciudades. Esto conlleva una explotación excesiva de los recursos naturales, un aumento acelerado de la demanda de recursos, además de un incremento de la contaminación atmosférica y del agua, mayor contaminación de suelos, erosión y deforestación, sin olvidar la generación alarmante de residuos sólidos peligrosos.

La agricultura, a nivel mundial, constituye una actividad fundamental para la subsistencia de la población humana. Diversos factores han conducido a un proceso de deterioro de sus escasos recursos y a una creciente dificultad para renovarlos. El suelo como base de los recursos y de la producción se encuentra enmarcado en un ambiente complejo, heterogéneo y frágil, que evidencia una alta susceptibilidad a la erosión y una baja fertilidad natural, con efectos sobre la producción de los cultivos, la productividad del trabajo y la factibilidad del establecimiento de sistemas productivos sustentables. La recuperación y mantenimiento de la fertilidad de los suelos sobre una base sostenible constituye un factor de gran importancia en el desarrollo de la producción agropecuaria mundial (Rueda Puente *et al.*, 2015).

El objetivo de las estrategias de manejo de los nutrientes es lograr en los cultivos la producción requerida, de una manera eficiente, económica y sustentable. A nivel mundial existe consenso acerca de que la agricultura basada en la dependencia exclusiva de insumos químicos no es sustentable a largo plazo, y que solo involucrando la combinación de fertilizantes orgánicos, abonos verdes y biofertilizantes será posible lograr una producción sostenible de alimentos, mantener la biodiversidad del suelo y evitar la contaminación del ambiente (Aguirre Medina *et al.*, 2009).

Los biofertilizantes se consideran una alternativa para sustituir parcial o totalmente los fertilizantes minerales, y el empleo de bacterias que interaccionan con las plantas resulta una opción viable en muchos países. En la actualidad se busca el desarrollo de biofertilizantes con el uso de bacterias promotoras del crecimiento vegetal (Ferlini, 2008).

La agricultura cubana se encuentra inmersa en un proceso de cambio profundo e inevitable, las principales razones que han impulsado este cambio han sido de índole económica, como resultado de la escasez de capital e insumos externos para continuar desarrollándose según el paradigma de la revolución verde, es decir, no han estado fundamentalmente dirigidas a la conservación del medio ambiente o a emplear tecnologías sostenibles basadas en planteamientos científicos sino que han sido fomentadas por la necesidad de producir alimentos a partir de los recursos naturales, materiales y humanos disponibles. Diversos estudios agronómicos, económicos y sociales han demostrado que existen grandes oportunidades para el desarrollo a mayor escala de sistemas agrícolas sostenibles que combinan la factibilidad técnica, la viabilidad económica, la sustentabilidad ecológica y la aceptación social (Funes, 2009).

Considerando lo antes señalado y conociendo las condiciones que presentan muchas de las empresas agrícolas en cuanto a recursos y condiciones de trabajo humanas, además de los cambios en el clima que se están presentando, ya que el cambio climático es un hecho incuestionable, demostrado por evidencias observacionales contundentes, como el derretimiento de los glaciares, el ascenso de la temperatura del aire, las alteraciones en el régimen de

precipitaciones y la elevación del nivel medio del mar, tendencias que se reportan a escala global, regional y local. Se hace necesario trabajar en base a todos estos problemas (CITMA, 2010).

La agricultura sostenible tiene como base científica el aprovechamiento de los recursos locales y la sinergia de los procesos a nivel del agroecosistema, propicia la innovación local y el diálogo entre agricultores, su estrategia es el manejo del sistema de producción o la finca, mediante prácticas que favorezcan su complejidad (agroforestería, silvopastoriles, policultivos) y adopta el control biológico y la nutrición orgánica de manera óptima (Vázquez & Funes, 2014).

El uso de los biofertilizantes en la agricultura permite la obtención de productos más sanos para el consumo humano y animal, contribuye al mejoramiento de las condiciones físicas de los suelos, permite reducir los niveles de fertilización mineral y de otros agroquímicos que dañan el medio ambiente. Se aplican a las semillas, suelos y hojas y propicia el medio adecuado para el equilibrio de la flora edáfica (Instituto de Suelos, 2010).

El área propuesta para este proyecto en la actualidad presenta problemas de erosión, degradación de los suelos, bajo índice de boscosidad, condiciones topográficas irregulares y una la producción agropecuaria diversificada, lo cual es propicio para la aplicación de un sistema integrado de medidas, con impactos visibles y previsible en corto, mediano y largo plazo y su incremento progresivo, además se cuenta con la fortaleza estructural y la disposición para acometer la tarea. Por lo que el objetivo de este trabajo es evaluar los biofertilizantes en *Pennisetum purpureum* como parte del manejo integrado de la fertilización.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en áreas de la finca “El Renacer” perteneciente a la CCS 26 de Julio, ubicada en la circunvalación sur de la ciudad de Camagüey. Esta zona se encuentra ubicada geográficamente en los 21° 20' 20" de Latitud Norte y los 78° 54' 00" de Longitud Oeste a una altura de 100 msnm, perteneciente a la hoja cartográfica Camagüey a escala 1:25 000. Se caracteriza además por una precipitación promedio anual de 1 390.9 mm, humedad relativa de 79%, una temperatura media anual de 24,8 °C y la velocidad del viento en el año presenta un valor promedio de 12.0 km h⁻¹.

La finca “El Renacer” se dedica fundamentalmente a la ganadería y cuenta con 10,8, distribuidas como sigue: 3,0 ha de pasto, 3,8 ha de forraje, 1,0 ha de cultivos varios, 1,0 ha de frutales y 2,0 ha de infraestructura. Cuenta con 4 trabajadores fijos, dos mujeres y dos hombres; el nivel educacional promedio de los obreros agrícolas es de 12 grado.

Se realizó primeramente el diagnóstico del área de estudio, para conocer el comportamiento de los diferentes elementos fundamentales como suelo, agua y cultivo y posteriormente se consideró la aplicación de varias combinaciones de biofertilizantes, aplicadas a *Pennisetum purpureum* cv. CT 169.

Las atenciones culturales y fitosanitarias del cultivo se realizaron utilizando las recomendaciones agronómicas de Padilla & Ayala (2006).

La evaluación de los biofertilizantes en *Pennisetum purpureum* cv. CT- 169 se realizó en los períodos poco lluvioso y lluvioso.

Previo a la siembra, al área en estudio se le aplicó una dosis de 30 t/ha de estiércol vacuno compostado. Las aplicaciones de los biofertilizantes se realizaron cada 7 días, después de cada corte, cuando se producía el rebrote foliar (hojas activas).

La distancia de plantación fue de 0,90 m de camellón por 0,60 m de narigón. El tamaño de los esquejes fue de 25-30 cm, y cada uno tenía de tres a cinco yemas por tallo. La edad de la semilla utilizada fue de 90 días y la profundidad de siembra, de 15-20 cm. El tape se realizó con azada, con una capa de suelo de 3-5 cm.

Se realizó un corte de establecimiento a los 70 días de la siembra y posteriormente se efectuaron los cortes cada 45 y 35 días en el período poco lluvioso y lluvioso respectivamente. Se aplicó riego por aspersión de acuerdo al desarrollo vegetativo y se tuvo control estricto de las malezas, plagas y enfermedades comunes en la región.

El diseño experimental utilizado fue un bloque al azar con 5 tratamientos y 4 réplicas. El mismo se realizó en un área de 72 m² dividida en 20 parcelas de 3 m² cada una, con un área de cálculo de 1 m², como se observa en la tabla 1.

Tabla 1: Tratamientos

Tratamientos	Alternativas bioorgánicas	Dosis
1	Testigo (T)	-
2	Humus líquido + fosforina	1,5 l/ ha + 2 kg/ ha
3	Humus líquido + azotobacter	1,5 l/ ha + 2 kg /ha
4	Humus líquido + fosforina + azotobacter	1,5 l/ ha + 2 kg/ ha + 2 kg/ ha
5	Humus líquido + fosforina + azotobacter + elementos esenciales.	1,5 l/ ha + 2 kg/ha + 2 kg/ ha +2 l/ ha

Las variables respuesta consideradas fueron:

- Grosor del tallo: Se utiliza pie de rey para medir diámetro, de todas las plantas que están dentro del cuadrante de 1m²
- Altura de la planta: Se mide mediante regla graduada, tomándose desde la base del tallo hasta el punto máximo del área foliar de la planta, todas las plantas que están dentro del cuadrante de 1 m²
- Número de tallos por plantón: Se cuentan todos los tallos que tienen los plantones, dentro del cuadrante de 1m²
- Rendimiento. Se pesa el cultivo cosechado en (kg) dentro del área de cálculo de 1 m² por parcela, a una altura del suelo entre 5 – 10 cm. El rendimiento se determinó en base a materia seca mediante un coeficiente (0.33).
- Evaluación estadística: El análisis estadístico se realizó utilizando el paquete estadístico SPSS Versión 21.1 para Windows (2012) y donde existieron diferencias significativas entre las medias se aplicó la prueba de rango múltiples de Duncan (1955) para un nivel de significación $p \leq 0.05$.
- Se realizó una evaluación económica para lo que se tuvo en cuenta los indicadores de gasto, así como el valor de la producción para la obtención de la ganancia con respecto al testigo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el área de estudio se determinó que existe un solo tipo de suelo, Pardo sin Carbonatos, que en sentido general presentan adecuadas características físicas, químicas y morfológicas para su utilización en forrajes, pasto artificial y natural, además para vianda, hortalizas y granos siempre que la profundidad efectiva lo permita y se realice una adecuada rotación de cultivos.

El 100 % del área de estudio de la finca son suelos productivos (categoría agroproductiva II), según Instituto de Suelo (1975), en los cuales se pueden obtener rendimientos entre el 50 y 70% del potencial varietal del cultivo evaluado.

La finca cuenta con un pozo, como fuente de abasto subterránea, con un nivel estático de 7,2 m y un nivel dinámico de 12,0 m, la distancia de la fuente de abasto al área es de 100 m. El equipo de bombeo responde a las exigencias de un sistema de riego por aspersión de baja intensidad semi estacionario.

En la tabla 2 se muestra la caracterización química del agua para riego. Según la evaluación de la calidad del agua para el riego, las mismas son aguas con restricciones ligeras o moderadas, de categoría media.

Tabla 2: Caracterización del agua para riego en la finca “El Renacer”.

Fuente abasto	pH (H ₂ O)	CE ms/cm	Ca ²⁺ mmol/L	Mg ²⁺ mmol/L	Na ⁺ mmol/L	K ⁺ mmol/L	HCO ₃ ⁻ mmol/L	CO ₃ ⁻² mmol/L	Cl ⁻ mmol/L
Pozo	7.03	0,95	1.72	3.45	3.5	0.04	3.75	0	5.0

Según Norma “Evaluación del agua de riego” y las propiedades de los suelos planteadas por (Dirección Nacional de Suelos y Fertilizantes, 1980), estas aguas pueden ser utilizadas para el riego agrícola pero se deben cumplir los siguientes requisitos:

Ejecutar el riego por pronóstico.

- Que exista buen sistema de drenaje.
- Realizar subsolación. (Si la profundidad del suelo lo permite y el manto freático no influye en la superficie).
- Realizar nivelación del suelo o acantarar para la siembra.
- Aplicar Materia orgánica en dosis de mejoramiento.
- Ejecutar el riego preferentemente durante la caída de la tarde y la noche.

Producto del poco uso de los biofertilizantes en la finca se realizó la presente investigación para demostrar la importancia del empleo de estos en la nutrición del cultivo, planteado en una de las acciones del plan de manejo sostenible de tierras.

En la tabla 3 se exponen los resultados correspondientes a los análisis químicos del suelo de la finca, la cual posee valores en el rango medio, correlacionando con los parámetros estadísticos de estos suelos (Dirección Nacional de Suelos y Fertilizantes, 1981), analizando los valores de fósforo y potasio asimilable existe la tendencia a disminuir respectivamente, esto puede deberse a la alta extracción y exportación que hace el cultivo de estos elementos, cuestión a tener en cuenta

en el manejo propio de la finca. El pH, el contenido de materia orgánica, Ca y Mg se vieron favorecida con la aplicación del compost y la CE se mantiene entre los parámetros permisibles.

Tabla 3: Caracterización química del suelo.

Prof.cm	pH (KCl)	P ₂ O ₅	K ₂ O	MO	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	CIC	Ca/Mg	C E
0-20 *	5,5	8,90	16,67	3,36	23,65	7,95	0,30	0,37	33,6	2,97	0,15
0-20 **	5,8	3,35	6,67	3,64	29,64	8,98	0,55	0,16	29,2	3,30	0,18

Nota: * Muestreo inicial, ** Muestreo final.

En la tabla 4 se observa que en el número de tallos por plantón de *Pennisetum purpureum* existe las mayores diferencias significativas en los tratamientos compuestos por el humus líquido más fosforina y *azotobacter* y el humus líquido y fosforina más *azotobacter* y elementos esenciales, con diferencias con el resto de los demás tratamientos siendo el menor el testigo, esta respuesta pudiera estar dada por la asimilación de los productos que tuvieron la mayor composición nutrimental, favoreciendo el crecimiento de las plantas, lo que evidencia el efecto de estos estimuladores ricos en auxinas, citoquinas y compuestos húmicos capaces de intervenir en los procesos fisiológico de las plantas.

Tabla 4: Número de tallos por plantón.

Tratamientos	Poco lluvioso	Lluvioso
1- Testigo	13,2 e	19,3 e
2- HL + F	14,3 d	20,8 d
3- HL + A	17,3 c	22,2 c
4- HL + F + A	21,5 b	25,0 b
5- HL + F + A + EE	23,7 a	26,8 a
Es _x	0,40	0,23

Nota: Valores con letras diferentes en la misma columna difieren a $p \leq 0,05$ (Duncan, 1955).
 HL (humus líquido), F (fosforina), A (*azotobacter*), EE (elementos esenciales).

En la tabla 5 se observa que en la altura de la planta de *Pennisetum purpureum* existe diferencias significativa en el tratamiento compuesto por el humus líquido más fosforina y *azotobacter* y el humus líquido y fosforina más *azotobacter* y elementos esenciales, con diferencia con el resto de los demás tratamientos siendo el menor el testigo, esta respuesta pudiera estar dada por la asimilación de los productos que tuvieron la mayor composición nutrimental, favoreciendo el crecimiento de las plantas, lo que evidencia el efecto de estos estimuladores ricos en auxinas, citoquinas y compuestos húmicos capaces de intervenir en los procesos fisiológico de las plantas. Este comportamiento del desarrollo foliar se debe al aporte de aminoácidos que no solo constituyen un nutriente, sino que según Simbaña (2011) son un factor regulador del crecimiento debido a su rápida absorción y traslación por las partes aéreas de la planta. Además son de fácil metabolización, tienen función alimenticia y poder catalizador y regulador del crecimiento,

actuando en los mecanismos enzimáticos fundamentales así como en la mejora de la polinización de las flores, la resistencia a estrés hídrico, sequías y finalmente como transportadores de los microelementos.

Tabla 5: Altura de la planta (cm).

Tratamientos	Poco lluvioso	Lluvioso
1.- Testigo	103,0 e	111,6 e
2.- HL + F	113,5 c	113,9d
3.- HL + A	114,9c	116,4c
4.- HL + F + A	126,5 b	129,0 b
5.- HL + F + A + EE	132,1 a	135,3 a
Esx	0,49	0,55

Nota: Valores con letras diferentes en la misma columna difieren a $p \leq 0,05$ (Duncan, 1955).

HL(humus líquido), F(fosforina), A (azotobacter), EE (elementos esenciales).

El comportamiento variable de la especie evaluada en este trabajo, corrobora lo planteado por varios autores, Abdel Rahman, Seidhom & Leopold (2010), quienes señalaron la selección de especies como una estrategia para minimizar los efectos de la falta de agua y otros factores limitantes para el crecimiento de las plantas, las que pueden presentar mecanismos de tolerancia en un amplio rango, desde metabólicas y fisiológicas hasta morfológicas que les permiten adaptarse a una amplia gama de condiciones edafoclimáticas y de manejo.

En la tabla 6, se representa el grosor del tallo, se observa que existe diferencia significativa en los tratamientos de Humus líquido más fosforina y *azotobacter* y Humus líquido más fosforina y *azotobacter* más elementos esenciales siendo los de mayores significación sin diferencias entre ellos pero si con relación al resto de los tratamientos, este comportamiento puede deberse a que la concentración de diferentes compuestos orgánicos y químicos a pequeñas dosis influyen en que la planta aumente su capacidad fotosintética, el desarrollo de los tejidos y su multiplicación celular, por lo cual aumenta de forma significativa el grosor del tallo en los períodos evaluados.

Tabla 6: Grosor del tallo (cm).

Tratamientos	Poco lluvioso	Lluvioso
1.- Testigo	1,73 d	1,80 d
2.- HL + F	2,22 c	2,62 c
3.- HL + A	2,45 b	2,65 b
4.- HL + F + A	2,60 b	2,65 b
5.- HL + F + A + EE	2,74 a	2,87 a
Esx	0,69	0,47

Nota: Valores con letras diferentes en la misma columna difieren a $p \leq 0,05$ (Duncan, 1955).

HL (humus líquido), F (fosforina), A (azotobacter), EE (elementos esenciales).

Estos resultados corroboran lo planteado por López & Montejo (2012) que refieren la capacidad estimuladora de estos bioproductos ricos en su composición en hormonas, fitohormonas, ácidos húmicos, auxinas, citoquininas y minerales que potencian los rendimientos agrícolas. Estos productos son de fácil absorción a través de la fertilización foliar, lo cual explota los mecanismos de entrada de los nutrientes por los estomas donde son trasladadas las sustancias nutritivas por el xilema y el floema, permitiendo desarrollar procesos fisiológicos importantes como la fotosíntesis y la respiración. También permiten realizar funciones energéticas y catalíticas capaces de incrementar los rendimientos.

Los resultados obtenidos en los diferentes tratamientos en el indicador rendimiento de materia seca por hectárea, están representados en la tabla 7 donde se demuestra que el mejor tratamiento corresponde al 5, en ambos períodos, con valores de 20,0 y 23,6 (t/ha) en base a materia seca respectivamente. No existen diferencias entre los tratamientos con los 4 y 5 del período lluvioso, existiendo diferencias en los restantes tratamientos en ambos periodos.

Tabla 7: Rendimiento de materia seca (t/ha)

Tratamientos	Poco lluvioso	Lluvioso
1.- Testigo	14,3 d	18,5 d
2.- HL + F	15,1 d	20,4 c
3.- HL + A	16,2 c	21,8 b
4.- HL + F + A	18,0 b	23,1 a
5.- HL + F + A + EE	20,0 a	23,6 a
Esx	0,26	0,36

Nota: Valores con letras diferentes en la misma columna difieren a $p \leq 0,05$ (Duncan, 1955).
HL (humus líquido), F (fosforina), A (azotobacter), EE (elementos esenciales).

Los resultados alcanzados son similares a los obtenidos por López & Montejo (2012) aplicando las buenas prácticas agroecológicas y empleando los potenciadores orgánicos donde obtuvieron incrementos de rendimientos agrícolas en cultivos de pastos, granos, viandas, hortalizas y frutales hasta un 30%.

Al respecto Hertentains, Troetsch, & Santamaría, (2009) mencionan que el *Pennisetum purpureum* produce elevados rendimientos de materia seca, del cual el 32% corresponde a las hojas. La materia seca de la planta llega a 20%; mientras que la de las hojas y los tallos puede ser mayor o menor en dependencia del desarrollo de la planta y las prácticas de manejo.

La mayoría de las investigaciones dirigidas a mejorar la respuesta vegetal se han basado en el uso de bacterias nativas fijadoras de nitrógeno en cereales y forrajes, en ciertas circunstancias, la cantidad de nitrógeno fijado por estos microorganismos puede ser significativa. En numerosos ensayos se ha comprobado que los biofertilizantes producen un incremento radicular altamente significativo en la etapa inicial de las plantas en cultivo, Ramírez Elias *et al.*, (2014), y ello puede influir en una mejor respuesta en la fase de establecimiento del pasto, como lo corroboran los resultados expuestos con anterioridad.

En la tabla 8 se exponen los beneficios económicos evaluados teniendo presente los costos incurridos por cada tratamiento. Se aprecia que las mayores ganancias se obtienen en los tratamientos 4 y 5 con relación al resto de los tratamientos, lo que demuestra la efectividad de estos productos en la nutrición y producción del cultivo asociado a la sostenibilidad productiva de la finca.

Tabla 8: Efecto económico.

Indicadores	T1	T2	T3	T4	T5
Humus líquido	-	30,00	30,00	30,00	30,00
Fosforina	-	46,4	46,4	46,4	46,4
Azotobacter	-	-	50,4	50,4	50,4
Elementos esenciales	-	-	-	-	12,48
Preparación del suelo	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00
Semillas agámicas	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00
Trampas de colores para insectos	32,0	32,0	32,0	32,0	32,0
Fuerza de trabajo.	254,00	254,00	254,00	254,00	254,00
Otros gastos	104,80	137,81	138,21	142,81	144,06
Total de los gastos	990,00	1 099,85	1 104,25	1 154,89	1 168,56
Valor de la Producción	5 184,48	5 357, 29	5 616,52	5 875,74	6 048,56
Ganancia	4 194,48	4 257,41	4 512,27	4 720,85	4 880,04

CONCLUSIONES

La utilización de biofertilizantes en el cultivo del *Pennisetum purpureum* es una alternativa viable, siendo el humus líquido más fosforina y *azotobacter* más elementos esenciales el que permitió el mayor incremento del rendimiento con un efecto económico positivo en la finca.

REFERENCIAS

- Abdel Rahman, G., Seidhom, S. H. & Leopold, S. (2010). Soil and Water Relationships of Some Crops in Sahel-Dori, Burkina Faso. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 7 (3), 289-297. Recuperado de: [https://www.idosi.org/aejaes/jaes7\(3\)/8.pdf](https://www.idosi.org/aejaes/jaes7(3)/8.pdf)
- Aguirre Medina, J. F., Irizar Garza, M. B. G., Durán Prado, A., Grageda Cabrera, O. A., Peña del Río, M de los A., Loredo Osti, C. & Gutiérrez Baeza, Á. (2009). *Los biofertilizantes microbianos: alternativa para la agricultura en México*. Chiapas, México: INIFAP. Folleto Técnico No. 5.

- Recuperado de: https://kipdf.com/los-biofertilizantes-microbianos-alternativa-para-la-agricultura-en-mexico_5ad525bd7f8b9ac4418b45ba.html
- Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. (2010). *Estrategia Ambiental Nacional 2011-2015*. La Habana: Autor. Recuperado de: https://climateobserver.org/wp-content/uploads/2015/06/estrategia-ambiental-cuba-2010_2015.pdf
- Dirección Nacional de Suelos y Fertilizantes. (1980). *Anteproyecto de norma. Metodología de la evaluación de la calidad de las aguas de riego según las propiedades de los suelos*. La Habana, Cuba: Autor.
- Dirección Nacional de Suelos y Fertilizantes. (1981). *Determinación de análisis químico del suelo*. La Habana, Cuba: Autor.
- Duncan, D. B. (1955). Multiple range and multiple F test. *Biometrics*, 11(1), 1-42. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.2307/3001478>
- Ferlini, H. (2008). Inoculación de semillas, una técnica también para gramíneas. *Producir XXI*, 16 (197), 16-20. Recuperado de: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/105-inoculacion.pdf
- Funes Monzote, F. R. (2009). *Agricultura con futuro. La alternativa agroecológica para Cuba*. Perico, Matanzas: Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey".
- Hertentains, L. A., Troetsch, S. O. & Santamaría, E. (2009). *Manejo y utilización de cultivares Pennisetum purpureum en fincas lecheras de las tierras altas de Chiriquí*. Panamá: Centro de Investigación Agropecuaria de Panamá.
- IBM (2012). *SPSS statistics 21.0 for windows*. Chicago: Autor.
- Instituto de Suelos (1975). *II Clasificación Genética de los Suelos de Cuba*. (Serie Suelos No. 23) La Habana, Cuba: Academia de Ciencias de Cuba.
- Instituto de Suelos. (2010). *Los biofertilizantes y estimuladores, una alternativa para lograr la agricultura sostenible*. Camagüey: Autor.
- López, P. & Montejo, J. L. (2012). *Empleo de alternativas bioorgánicas en la granja urbana y suburbana del municipio Camagüey*. Ponencia presentada en el Evento Provincial de Calidad, MINAG, Camagüey, Cuba.
- Padilla, C. & Ayala, J. R. (2006). Plantación y establecimiento. (Edición Electrónica). En R.S Herrera, G.J. Febles & G.J. Crespo (eds.), *Pennisetum purpureum para la ganadería*. (p. 39-61). La Habana, Cuba: Instituto de Ciencia Animal.
- Ramírez Elias, M. A., Ferrera Cerrato, R., Alarcón, A., Almaráz, J. J., Ramírez Valverde, G., de Bashan, Luz E...García Barradas, O. (2014). Identification of cultural microbial functional groups isolated from the rhizosphere of four species of mangroves and their biotechnological potential. *Applied Soil Ecology*, 82, 1-10. Recuperado de: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.717.1086&rep=rep1&type=pdf>
- Rueda Puente, E. O., Ortega García, J., Barrón Hoyos, J. M., López Elías, J., Murillo Amador, B. Hernández Montiel, L. G... Valdez Domínguez, R. D. (2015). Los fertilizantes biológicos en la agricultura. *INVURNUS*, 10 (1), 10-17. Recuperado de: <http://www.invurnus.uson.mx/revistas/articulos/18-Rueda%20Puente%20y%20Col20151.pdf>
- Simbaña Camino, C. L. (2011). *Estudio de las propiedades físicas y funcionales de un hidrolizado enzimático de proteína a escala piloto y su aplicación como fertilizante*. (Proyecto previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. Recuperado de: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3762/1/CD-3535.pdf>
- Vázquez, L. & Funes, F. (2014). *Agricultura sostenible sobre bases agroecológicas. Preguntas y respuestas para entender la agricultura del futuro*. La Habana, Cuba: Editora agroecológica.